



COLEÇÕES DE REFERÊNCIA E BANCOS DE DADOS DE ESTRUTURAS VEGETAIS: SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS PALEOECOLÓGICOS E PALEOETNOBOTÂNICOS ¹

(Com 7 figuras)

RITA SCHEEL-YBERT ^{2,3}

MARCELO ARAÚJO CARVALHO ^{2,4}

REGIANE PRISCILA DE OLIVEIRA MOURA ^{2,5}

THAÍS ALVES PEREIRA GONÇALVES ^{2,5}

MARIO SCHEEL ⁶

JEAN-PIERRE YBERT ⁷

RESUMO: A interpretação dos dados paleoambientais e paleoclimáticos do Quaternário é feita por comparação com ecossistemas atuais. Por isso, estudos paleoecológicos baseados em análises de macro- ou micro-restos vegetais dependem de um bom conhecimento da flora e da vegetação atual, assim como das características morfológicas e da estrutura dos elementos analisados. A constituição de coleções de referência e de bases de dados é um suporte indispensável para a realização destes estudos, especialmente em regiões tropicais, onde a grande biodiversidade existente faz com que a morfologia e a estrutura das partes vegetais passíveis de preservação nos sedimentos (palinomorfos, madeira, carvão, fitólitos etc.) seja ainda relativamente mal conhecida. Coleções de referência de madeira, carvão, pólen e, incipientemente, fitólitos e frutos estão sendo constituídas através de coletas de campo e de doações de herbários e xilotecas. Bancos de dados associados a chaves informáticas de determinação para antracologia e palinologia também estão em desenvolvimento.

Palavras-chave: Coleção de referência. Banco de dados. Paleoecologia.

ABSTRACT: Comparative collections and databases of plant structures: support to palaeoecologic and palaeoethnobotanical studies.

Interpretation of Quaternary palaeoenvironmental and palaeoclimatic data relies upon comparison with extant ecosystems. For that reason, palaeoecologic studies based in plant micro- or macro-remains analyses depend on a good knowledge of the present flora and vegetation, as well as of the morphologic characteristics and structure of the analyzed elements. Constitution of comparative collections and databases is an invaluable tool to these studies, especially in tropical regions, where the high biodiversity engenders as yet a poor knowledge of the morphology and structure of plant remains susceptible of preservation in sediments (palinomorphs, wood, charcoal, phytoliths etc.). Reference collections of wood, charcoal, pollen grains, phytoliths, and seeds are being assembled through field trips and institutional donations. Databases associated to computer-based determination keys to anthracology and palynology are also under development.

Key-words: Comparative collection. Database. Palaeoecology.

INTRODUÇÃO

A interpretação dos dados paleoambientais e paleoclimáticos do Quaternário é feita por comparação com ecossistemas atuais. Por isso,

estudos paleoecológicos baseados em análises de macro- ou micro-restos vegetais dependem de um bom conhecimento da flora e da vegetação atuais, assim como das características morfológicas e da estrutura dos elementos analisados.

¹ Submetido em 29 de março de 2006. Aceito em 08 de agosto de 2006.

Apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – PROFIX nº 540207/01-2).

² Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ E-mail: scheelybert@mn.ufrj.br.

⁴ E-mail: mcarvalho@mn.ufrj.br.

⁵ Bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

⁶ Destaque Empreendimentos em Informática. Rua do Ouvidor, 60/1313. 20041-030, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁷ Pesquisador aposentado do Institut de Recherche pour le Développement (IRD), França.

A identificação taxonômica de restos vegetais é feita a partir da comparação entre espécimens conhecidos e o material a ser identificado. Embora descrições e fotografias de obras da literatura possam ser muito úteis para subsidiar este trabalho, a comparação direta do espécimen desconhecido com amostras atuais bem identificadas continua sendo a maneira mais eficaz de se obter uma boa determinação. Em regiões tropicais, onde os estudos de anatomia do lenho e morfologia polínica ainda não são suficientes para proporcionar um conhecimento adequado de todas as espécies vegetais, e onde estudos de fitólitos, grãos de amido e outras estruturas vegetais passíveis de preservação ainda são incipientes, a constituição de coleções de referência é particularmente importante.

Além disso, uma identificação bem sucedida depende da utilização de material de comparação adequado. O processo de fossilização e a preservação de restos botânicos em solos ou em sedimentos arqueológicos implicam não só em diversas formas de alteração a partir de sua condição original na planta viva, como, geralmente, na fragmentação das amostras. Por isso, os espécimens de comparação são mais úteis quando tratados de modo similar ao processo pelo qual ocorreu a preservação. Por exemplo, amostras de lenho e de sementes, que são muito freqüentemente preservadas por carbonização, serão mais facilmente identificadas quando comparadas a amostras atuais previamente carbonizadas. Da mesma forma, os grãos de pólen atuais devem ser submetidos à acetólise, esvaziando-os de seu conteúdo celular e preservando intacto apenas o envoltório de esporopolenina, o que corresponde a uma fossilização artificial.

MATERIAL E MÉTODOS

A caracterização dos componentes vegetacionais atualmente associados a cada área de estudos é um subsídio importante para a realização de análises paleoecológicas, devendo sempre que possível ser realizada em colaboração com especialistas em botânica.

As coletas de campo, além de fornecerem amostras para as coleções de referência, têm a vantagem adicional de prover informações sobre a vegetação da área de estudo. Dados sobre associações vegetais, estacionalidade, floração, abundância e distribuição de recursos podem ser adquiridos concomitantemente.

Todo material coletado no campo deve sempre ser acompanhado pela coleta de alguns ramos com material fértil (com flores e/ou frutos), os quais serão herborizados visando sua correta identificação por especialistas. É muito importante que todo o material de referência tenha um *voucher* (exemplar seco e bem identificado da planta) depositado num herbário, o qual deve receber o mesmo número de coletor das amostras de madeira, pólen, fitólitos e/ou frutos coletadas. Informações detalhadas sobre as técnicas de coleta de campo podem ser obtidas em publicações botânicas (*e.g.* IBGE, 1992; SYLVESTRE & ROSA, 2002) ou paleoetnobotânicas (PEARSALL, 2000).

No entanto, o levantamento florístico completo de uma área, com coleta de amostras de referência de suas partes vegetativas e reprodutivas, é tarefa que pode levar vários anos. Por isso, a solicitação de doações de material coletado para outros fins e depositado em herbários ou xilotecas é um recurso geralmente indispensável. Neste caso, deve-se previamente obter listas florísticas da área de estudo, ou de áreas que apresentem tipos de vegetação similar.

Nossa equipe está constituindo coleções de referência de madeira, carvão, pólen e, incipientemente, fitólitos e frutos através de coletas de campo e de doações de herbários e xilotecas. Estas coleções estão atualmente depositadas no Setor de Paleobotânica e Paleopalínologia do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro).

Foram obtidas doações de amostras de madeira e de pólen das seguintes instituições (siglas entre parênteses): Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (BCTw), Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RBw), Instituto Florestal de São Paulo (SPSFw), Instituto de Botânica de São Paulo (SPw), Centre Technique Forestier Tropical, Montpellier (CTFw), Herbário Alberto Castellanos (GUA), Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), Museu Nacional do Rio de Janeiro (R) e Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (P).

As coletas de campo são realizadas ao longo de caminhadas aleatórias em diferentes ecossistemas. Ramos férteis são sempre coletados, visando a identificação taxonômica de cada um dos espécimens amostrados. Este material é prensado segundo a metodologia tradicional e amostras de pólen, frutos e folhas são separadas no laboratório a partir das exsicatas. Coletas já foram realizadas em vários locais dos estados do Rio de Janeiro, Mato

Grosso e Minas Gerais. O material obtido por doação provém de várias regiões de todo o país.

Amostras de lenho provenientes de troncos e de galhos de diferentes espessuras são coletadas sempre que possível. A amostragem pode ser feita com diferentes tipos de serra, seccionando-se o galho, ou retirando-se uma amostra do tronco com formão (duas incisões horizontais paralelas são feitas no lenho com serra, retirando-se uma lasca espessa com formão). Deve-se evitar áreas apresentando bifurcações ou nós, nas quais as características anatômicas do lenho são completamente alteradas.

As amostras de pólen são coletadas com pinça diretamente das exsicatas, e posteriormente acetolisadas para montagem de lâminas permanentes.

Amostras de folhas e pequenos ramos e de frutos e sementes são igualmente separadas a partir das exsicatas, visando a constituição das coleções de referência de fitólitos e de carpologia, respectivamente.

Em todas as coleções, cada amostra é identificada pelo número do coletor, no caso de coletas pessoais, ou pelo número de herbário (ou xiloteca), no caso de amostras recebidas em doação.

Os bancos de dados e as chaves informáticas de determinação para antracologia e palinologia foram programados em ambiente Windows®, tomando por base os critérios anatômicos e morfométricos mais comumente utilizados pela comunidade internacional.

PREPARO E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE LENHO (MADEIRA E CARVÃO)

As amostras de lenho, após secagem, são, sempre que possível, divididas em várias partes. Uma parte é conservada para a coleção de madeiras, uma outra carbonizada a fim de constituir a coleção de carvões, e as demais, no caso de amostras provenientes de coletas pessoais, doadas a diferentes xilotecas. O ideal é que as amostras carbonizadas não meçam menos do que 1cm de lado.

Cada amostra de madeira a ser carbonizada é embrulhada em papel alumínio, com o número de referência escrito a lápis, na madeira, e com caneta permanente, no papel alumínio. Embora a grafite seja resistente à queima, não se deve confiar exclusivamente na referência escrita a lápis sobre a madeira, pois uma deposição de óleos e graxas pode eventualmente recobrir a superfície da

amostra e esconder o número de referência. Uma outra possibilidade é o uso de etiquetas de alumínio escritas em baixo-relevo para referenciar as amostras. Uma precaução adicional a ser tomada, e que se provou útil em várias oportunidades, é esquematizar um diagrama indicando o posicionamento das amostras.

A carbonização é feita em forno mufla a 400°C durante 40 minutos. Uma temperatura de carbonização entre 400 e 500°C durante 30 a 60 min é o geralmente aconselhado na literatura (PEARSALL, 2000). Quanto mais seco estiver o material, menor será a alteração dos tecidos provocada pela expansão da água e do vapor durante o processo de carbonização.

Existem, no entanto, técnicas alternativas que podem ser empregadas para a carbonização quando não se dispõe de um forno. Por exemplo, as amostras, embrulhadas em papel alumínio e bem referenciadas, podem ser queimadas em uma fogueira (G.WILLCOX, com. pes., 1996).

Após carbonização, as amostras devem ser organizadas de forma a facilitar seu acesso e consulta. A utilização de caixinhas ou tubos plásticos conservados em caixas ou gavetas é viável, mas funciona melhor para coleções pequenas. Trata-se também de uma boa técnica para conservar amostras duplicadas que geralmente constituem uma reserva. Por outro lado, a melhor solução que encontramos para o armazenamento de grandes coleções é a utilização de organizadores plásticos com pequenas gavetas (Fig.1). Cada gaveta é etiquetada com o nome da espécie e o número de referência, mas um arquivo completo contendo todas as informações de coleta também deve ser feito (SCHEEL-YBERT, 2004b). Em nossas coleções, os *taxa* foram arrumados em ordem alfabética por família, e, dentro de cada família, em ordem alfabética de gêneros e espécies, o que facilita a busca e a consulta. Alternativamente, organizar as amostras de acordo com uma classificação filogenética (*e.g.* CRONQUIST, 1981) teria a vantagem de localizar famílias relacionadas próximas umas das outras.

Exemplares não carbonizados devem ser conservados sempre que possível. Eles podem servir tanto para análise e comparação com material não carbonizado, quando necessário, quanto para substituir as amostras carbonizadas que sejam eventualmente perdidas. Podem servir também para a confecção de lâminas finas e para análises de micro-restos, especialmente fitólitos.

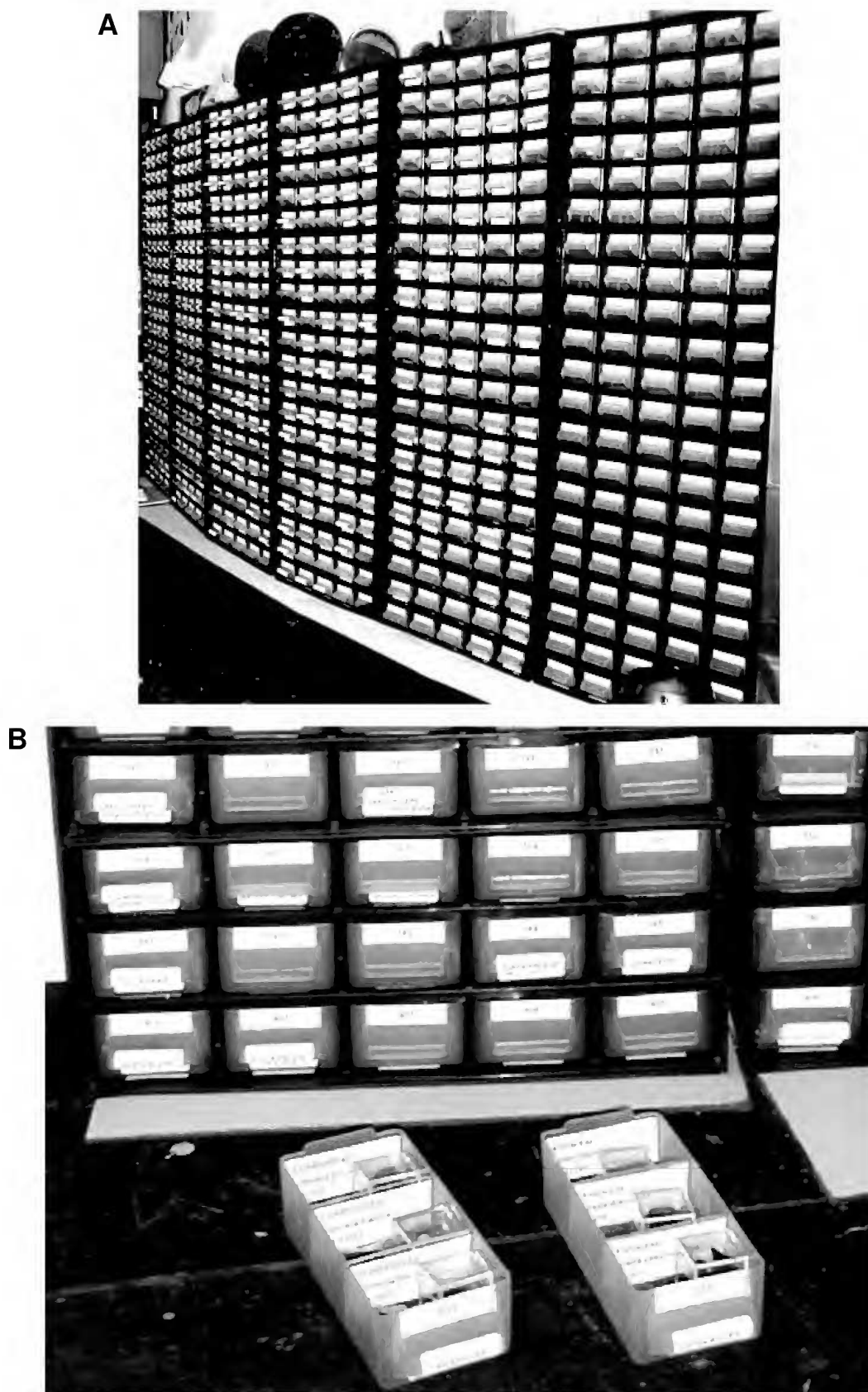


Fig.1- (A) Organizadores contendo a coleção de referência de madeiras carbonizadas (antracoteca), depositada no Setor de Paleobotânica e Paleopalínologia do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro; (B) detalhe dos organizadores apresentados na figura A.

A preservação deste material deve ser feita cuidadosamente, sobretudo nos trópicos, onde insetos xilófagos proliferam abundantemente. A fim de matar ovos e larvas antes de colocar as amostras na coleção de referência, elas podem ser levemente aquecidas a 212-250°C (PEARSALL, 2000), ou, inversamente, congeladas durante uma semana. Além disso, é importante verificar periodicamente o estado da coleção. Quando alguma amostra apresenta sinais de ataque por xilófagos, o tratamento da mesma com querosene tem se mostrado bastante eficaz.

PREPARO E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE PÓLEN

Anteras férteis são separadas com pinça do material herborizado, seja das amostras coletadas em campo, seja do material de herbário. Estas amostras foram envolvidas em papel manteiga e armazenadas em envelopes de papel com a devida referência (número do coletor ou de herbário, nomes de família e espécie). Uma pequena quantidade de naftalina, cânfora ou cravo-da-índia é sempre colocada na mesma caixa, a fim de afastar insetos fitófagos.

As amostras são processadas de acordo com o método clássico de acetólise proposto por ERDTMAN (1952), o qual consiste em submeter os grãos de pólen a um tratamento com anidrido acético e ácido sulfúrico, a quente. Trata-se de uma reação potencialmente perigosa e que só deve ser realizada em laboratório apropriado, com utilização de uma capela. A técnica não será apresentada aqui, mas detalhes da mesma podem ser encontrados na literatura especializada (ERDTMAN, 1952; SALGADO-LABOURIAU, 1973).

As lâminas, montadas em gelatina glicerinada (segundo KISSER, 1935, *apud* ERDTMAN, 1952) e lutadas com parafina, são conservadas num laminário, no qual os *taxa* foram arrumados em ordem alfabética por famílias, gêneros e espécies.

PREPARO E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE FITÓLITOS

Amostras de folhas, eventualmente de frutos e de pequenos ramos, são separadas das amostras coletadas em campo, mas este material pode eventualmente ser obtido também por doações de herbários. Estas amostras são armazenadas em envelopes de papel com a devida referência, igualmente acompanhadas por pequenas quantidades de naftalina, cânfora ou cravo-da-índia. Uma metodologia bastante utilizada para a extração de fitólitos para a coleção de referência

consiste na obtenção de cinzas mediante carbonização do material vegetal a 500°C (PIPERNO, 1988):

- 1) Lavar duas ou três folhas (ou outras partes vegetais) de plantas maduras várias vezes em água destilada com ácido clorídrico diluído a 10%, a fim de remover quaisquer partículas minerais de sua superfície e amaciar os tecidos;
- 2) Colocar as amostras num cadinho e levá-las a forno mufla por no mínimo 6 horas a 500°C;
- 3) Lavar as cinzas e montar em lâminas permanentes.

PREPARO E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE FRUTOS E SEMENTES

Frutos e sementes, embora raramente sejam encontrados em sedimentos quaternários e conseqüentemente sejam de pouca utilidade para reconstituições paleoambientais, podem ser bastante freqüentes em sítios arqueológicos, onde seu estudo é importante para a abordagem de questões paleoetnológicas.

Sua conservação pode ocorrer de várias formas. A carbonização é o meio de preservação mais freqüente, pois independe de condições climáticas e de eventos especiais. No entanto, pode haver preservação por desidratação (em abrigos sob rochas e sob condições climáticas particularmente secas) ou por encharcamento (em sítios inundados sob condições anaeróbicas). Por isso, sempre que possível, deve-se preparar as amostras de carpologia de várias formas diferentes, a fim de facilitar a comparação do material.

- (1) Frutos inteiros, frutos abertos e sementes podem ser desidratados em estufa, a baixa temperatura, envelopados em papel jornal ou em papel absorvente.
- (2) Frutos e sementes podem ser artificialmente "envelhecidos", obtendo-se um resultado similar ao que ocorre em sítios inundados, mergulhando-os em água ou em ácido diluído, a fim de eliminar as camadas exteriores (PEARSALL, 2000).
- (3) As amostras podem ser preparadas por carbonização, utilizando-se a mesma metodologia aconselhada para amostras de madeira. No entanto, sementes pequenas carbonizam muito rápido, e nunca devem ser misturadas com material de maior diâmetro. A temperatura do forno pode ser mantida em torno dos 400°C, mas o tempo de carbonização deve ser definido por experimentação de acordo com o tamanho das amostras, podendo variar entre 5 e 30 min.

Da mesma forma que no caso da madeira, a carbonização de frutos e sementes frescos (com alto grau de umidade) pode provocar alterações morfológicas em sua estrutura (RENFREW, 1973; PEARSALL, 2000). Quando não é possível desidratar previamente o material, este problema pode ser minimizado usando-se uma temperatura mais baixa e alongando-se o tempo de carbonização.

Frutos e sementes devem ser envelopados frouxamente no papel alumínio, para evitar que colem uns nos outros durante a carbonização. Recipientes refratários com tampa podem também ser utilizados. Se desejado, pode-se criar uma atmosfera redutora enterrando-se o material a ser carbonizado em areia ou cinzas (HATHER, 1991; PEARSALL, 2000).

Uma técnica alternativa que pode ser utilizada para a carbonização de sementes, especialmente as menores, é o uso de um recipiente de areia sobre uma placa elétrica ou um bico de Bunsen. As sementes podem ser colocadas diretamente no recipiente ou envelopadas em papel alumínio, cobrindo-as com areia. O tempo de carbonização pode variar bastante dependendo da temperatura da fonte de calor e do material a ser carbonizado (GOETTE *et al.*, 1994; PEARSALL, 2000).

A constituição de uma coleção de referência de frutos “encharcados” só deve ser considerada quando as necessidades da pesquisa assim o indicarem. Por outro lado, amostras desidratadas e carbonizadas costumam ser de grande utilidade para as análises carpológicas. Da mesma forma que no caso das madeiras, a conservação de exemplares não carbonizados é muito importante. Eles podem servir para análise e comparação com material não carbonizado, para substituir as amostras carbonizadas que sejam eventualmente perdidas ou para realização de análises de micro-restos como fitólitos e grãos de amido.

As amostras das diferentes coleções carpológicas devem ser acondicionadas separadamente, podendo-se usar pequenos tubos plásticos, no caso de sementes pequenas, ou sacos de papel, no caso de frutos e sementes maiores.

A coleção de frutos e sementes secos deve sempre ser acompanhada de uma pequena quantidade de naftalina, cânfora ou cravo-da-índia, especialmente quando acondicionada em envelopes ou sacos de papel. Para sementes e frutos desidratados, o tratamento eventual com querosene também pode ser bastante eficaz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COLEÇÕES DE REFERÊNCIA

As coleções de referência de madeira e de carvão, atualmente depositadas no Setor de Paleobotânica e Paleopalínologia do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, contam atualmente com cerca de 2000 amostras de várias formações vegetais brasileiras, especialmente Mata Atlântica, mata semidecídua, cerrado, restinga e manguezal. Amostras de cerca de 100 famílias, 450 gêneros e 1000 espécies já foram reunidas.

Estas coleções visam subsidiar estudos em antracologia – análise de restos vegetais carbonizados provenientes de solos ou de sítios arqueológicos (SCHEEL *et al.*, 1996; SCHEEL-YBERT, 2004a, 2004b, 2005). Estes estudos permitem a reconstituição da paleovegetação e do paleoclima e, a partir do mesmo material, fornece informações paleoetnológicas relacionadas à utilização da madeira, economia do combustível e dieta alimentar. A determinação sistemática dos carvões é feita com base na estrutura anatômica da madeira, que se conserva perfeitamente após carbonização (Fig.2).

A coleção de referência de grãos de pólen contém até o momento cerca de 800 amostras de aproximadamente 80 famílias de angiospermas, além de algumas espécies de gimnospermas e pteridófitas. As formações vegetais contempladas são especialmente a restinga e a Mata Atlântica. Esta coleção visa subsidiar estudos em palinologia, que é uma das principais técnicas utilizadas na investigação paleoecológica do Quaternário. A determinação sistemática dos grãos de pólen se faz a partir da análise morfológica dos mesmos, considerando tanto caracteres como tamanho e forma dos grãos quanto a estrutura da exina (Fig.3).

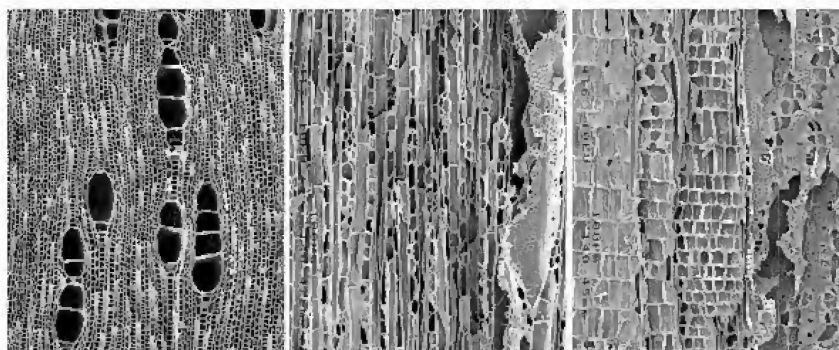


Fig.2- Amostra carbonizada da coleção de referência antracológica. Imagens em microscopia eletrônica de varredura mostrando os planos transversal, tangencial longitudinal e tangencial radial de *Alchornea triplinervia* (SPSFw 1649).

A análise de fitólitos é uma técnica relativamente recente, tanto no que se refere à sua aplicação em paleoecologia (ALEXANDRE *et al.*, 1999) quanto em arqueologia (PEARSALL, 1978). Fitólitos, corpúsculos de sílica produzidos pelas plantas a partir de rejeitos metabólicos, são acumulados nos vacúolos celulares em diversas partes de sua estrutura. Eles podem ser preservados no solo devido à decomposição ou queima de plantas depositadas naturalmente, usadas ou descartadas no local. Sua estrutura é diagnóstica de várias plantas, ou grupos de plantas, embora fitólitos diferentes possam ser produzidos em diferentes partes de um mesmo vegetal (PIPERNO, 1988). Embora o estudo dos fitólitos ainda seja incipiente no Brasil, sua aplicação em reconstituições paleoambientais e em estudos de dieta alimentar é bastante promissora. A coleção de referência de fitólitos, baseada até o momento exclusivamente nas coletas de campo, conta com cerca de 100 amostras de folhas, ainda não tratadas.

A análise de frutos e sementes (carpologia) fornece essencialmente informações paleoetnológicas e paleoetnobotânicas relacionadas à dieta alimentar

de populações pré-históricas, podendo ser utilizada em paleoecologia como informação complementar ao estudo de outras disciplinas. Coleções de referência de frutos e sementes atuais estão sendo constituídas com base nas coletas de campo, contando apenas com poucas amostras até o momento.

BANCOS DE DADOS

Embora relativamente freqüentes, as chaves dicotômicas para identificação de grãos de pólen ou de anatomia da madeira são geralmente restritas às espécies de uma família ou grupo de famílias aparentadas (*e.g.* DÉTIENNE & JACQUET, 1983, para a anatomia do lenho de espécies amazônicas), ou aos *taxa* de um determinado ambiente (*e.g.* SALGADO-LABOURIAU, 1973, para pólen dos cerrados). Ainda que muito úteis, estas chaves são geralmente insuficientes para a determinação de grande parte dos espécimens. Chaves de múltiplas entradas em geral simplificam o processo de determinação; elas têm a vantagem de que a seqüência de caracteres usados no procedimento de identificação é inspirada pelo espécimen desconhecido, e não pelo autor da chave

(WHEELER & BAAS, 1998). Um exemplo deste tipo de chave são os sistemas de cartões perfurados. Este método pode ser usado para identificação de qualquer material biológico, mas os sistemas mais conhecidos foram desenvolvidos visando o estudo da anatomia da madeira (BRAZIER & FRANKLIN, 1961; DÉTIENNE & JACQUET, 1983). Este método de identificação se baseia no uso de cartões padronizados cujas bordas são perfuradas. Cada perfuração, numerada seqüencialmente, corresponde a um caractere taxonômico previamente estabelecido. Um cartão é preenchido para cada espécie (ou para cada amostra da coleção), sendo que as perfurações correspondentes a cada uma das feições ocorrentes nesta determinada espécie serão rasgadas. Para identificar uma amostra desconhecida, pega-se um

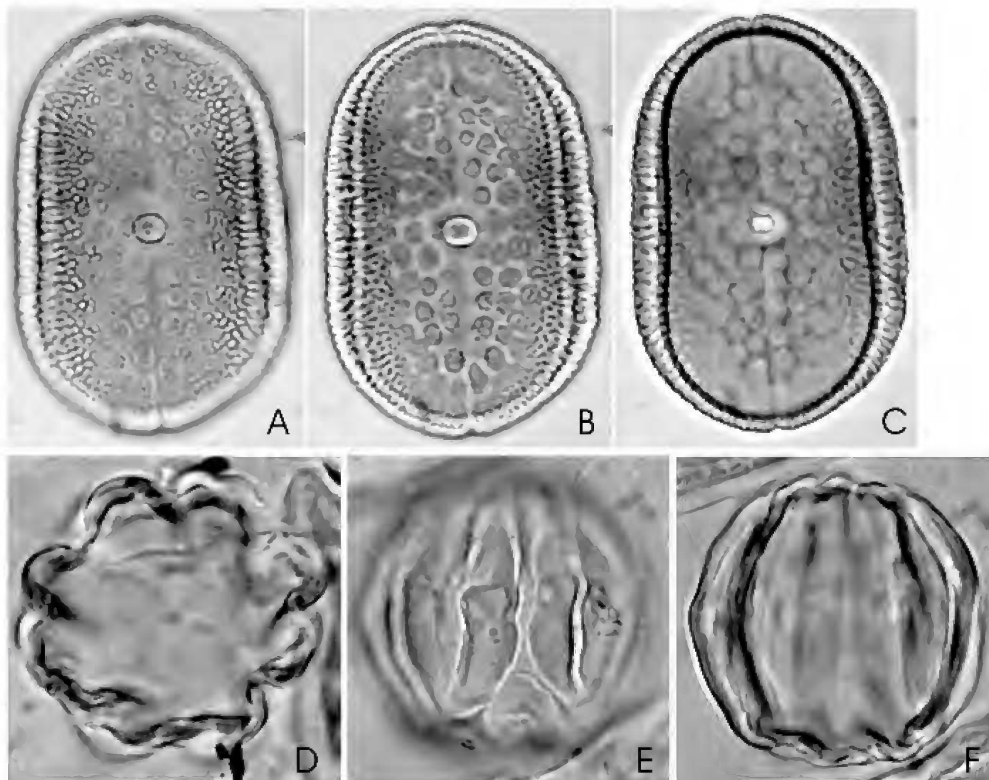


Fig.3- Grãos de pólen acetolisados da coleção de referência palinológica. Micrografias em microscopia óptica de luz transmitida. *Beloperone amherstiae* (P s/n^o), visão equatorial (A, B, C); *Aspidosperma parvifolium* (RB 133325), visão polar (D) e visão equatorial (E, F).

maço de cartões e uma haste (*e.g.* agulha de tricô) é passada através da perfuração correspondente a um dos caracteres presentes na amostra. Os cartões nos quais esse caractere é ausente são retidos pela agulha, enquanto aqueles nos quais o caractere está marcado caem. Repete-se o processo com os cartões que caíram até que apenas um, ou poucos cartões permaneçam.

Além disso, existem também alguns programas de identificação informatizados, especialmente visando a determinação de grãos de pólen ou de lenho (WHEELER *et al.*, 1986; RICHTER & TROCKENBRODT, 1996; LANGFORD *et al.*, 1990; STRAKA, 1991; SUC *et al.*, 2006), mas que por razões diversas não puderam atender às necessidades das pesquisas em desenvolvimento. O desenvolvimento de bancos de dados morfométricos associados a chaves informáticas de determinação para antracologia e palinologia revelou-se uma ferramenta que veio a se tornar imprescindível para a realização de reconstituições paleoecológicas.

ANTRACOLOGIA

A chave de identificação antracológica se baseia em um software associado à constituição de um

banco de dados informatizado. Este programa funciona em ambiente Windows®, foi escrito em Microsoft Access® 2.0 e posteriormente atualizado para Microsoft Access® 2000. Os caracteres anatômicos do lenho utilizados foram baseados em critérios internacionais estabelecidos pela Associação Internacional de Anatomistas da Madeira (IAWA COMMITTEE, 1989).

Este programa foi denominado “Atlas Brasil” (Fig.4). Todas as opções podem ser lidas em português, inglês ou francês. Ele permite a entrada de dados anatômicos referentes a carvões atuais (ou eventualmente a madeiras não carbonizadas), a amostras fósseis e a dados da literatura. Podem-se fazer pesquisas correspondendo a um ou mais caracteres, eventualmente com uma margem de erro que é estabelecida durante a consulta, isto é, um número definido de características das fichas-resultado que podem ser diferentes daquelas estabelecidas na consulta (Fig.5), as quais aparecem em letras vermelhas. Os resultados da pesquisa são apresentados por ordem alfabética de família e de espécie, mas podem ser ordenados de outra forma.



Fig.4- Tela inicial do programa “Atlas Brasil”.

Após a consulta, relatórios sob a forma de fac-símile das fichas, ou como descrições anatômicas padronizadas podem ser impressos. Neste último caso, o resultado da pesquisa é gravado sob forma de um arquivo-texto que pode ser lido por qualquer editor de texto. Até seis imagens podem ser associadas a cada ficha anatômica (Fig.6). Informações sobre a ecologia e a distribuição geográfica da espécie, referências bibliográficas e outras observações podem ser incluídas nas fichas.

O banco de dados está sendo alimentado com informações sobre as características estruturais de todas as amostras de nossa coleção de referência, assim como tipos anatômicos encontrados em amostras arqueológicas ou pedológicas datadas do Holoceno e provenientes de várias regiões do país.

PALINOLOGIA

O programa de determinação palinológica que está em desenvolvimento visa subsidiar a identificação de grãos de pólen e esporos.

Funciona igualmente em ambiente Windows® e foi escrito em Borland®. As características morfológicas utilizadas foram baseadas nos parâmetros mais comumente empregados pela comunidade internacional (Fig.7).

Este programa, associado a um banco de dados de características morfométricas de grãos de pólen atuais, permite a realização de pesquisas baseadas em um ou mais caracteres, eventualmente com uma margem de erro que é estabelecida durante a consulta. Os resultados da pesquisa são apresentados por ordem de família e de espécie, mas podem ser ordenados de outra forma.

Imagens podem ser associadas a cada ficha. Informações sobre a ecologia e a distribuição geográfica da espécie, referências bibliográficas e outras observações também podem ser incluídas.

O banco de dados foi alimentado com informações sobre as características morfométricas de um grande número de amostras da coleção de referência, assim como com diversas fotomicrografias.

The screenshot shows a Microsoft Access window titled "Resultado da pesquisa". At the top, there are menu options: "Arquivo", "Editar", "Registros", and "Janela". Below the menu is a toolbar with various icons. The main area of the window is divided into several sections:

- Família:** Bignoniaceae
- Espécie:** Cybistax antisiphilitica Mart.
- Atuais:** 201
- Espécie:** Cybistax antisiphilitica Mart.
- Família:** Bignoniaceae
- Procedência:** S. Paulo
- Código:** IPT 4771 / IF 477
- ANÉIS DE CRESCIMENTO**
 - Anéis de crescimento:** limites distintos limites ausentes ou indistintos
- VASOS**
 - Porosidade:** poros difusos anéis porosos anéis semiporosos
 - POROS - Disposição:** dispersos filas radiais ou oblíquas bandas tangenciais dendríticos
 - Agrupamento:** solitários solitários e múltiplos múltiplos em cadeia (> 4) em grupos
 - Diâmetro:** < 50 µm 50-100 µm 100-200 µm > 200 µm
 - Poros em duas classes de tamanho distintas (poros difusos)

At the bottom of the window, there is a status bar showing "Registro: 1 de 101" and "Vasos NUM".

Fig.5- Primeira tela de uma ficha obtida no programa "Atlas Brasil" a partir da realização de uma pesquisa com margem de erro. O diâmetro médio dos poros desta espécie é menor do que o solicitado na pesquisa realizada.

CONCLUSÕES

A imensa riqueza da vegetação brasileira acarreta uma maior dificuldade de identificação das espécies em relação a regiões onde a diversidade florística é menor. Além disso, as características morfológicas e anatômicas dos elementos vegetais passíveis de preservação nos sedimentos são ainda relativamente mal conhecidas nos trópicos. Estes fatores sublinham a enorme importância da constituição de coleções de referência e de bancos de dados que subsidiem estudos paleoambientais em palinologia, antracologia, análise de fitólitos, entre outros.

O uso de coleções de referência implica em muita busca através dos espécimens. E de fato esta é a melhor forma de aprender a reconhecer os diferentes *taxa*. No entanto, o desenvolvimento

de chaves visando a reduzir essa busca implica em um significativo ganho de tempo. A utilização de chaves de determinação informatizadas, associadas a bancos de dados contendo informações sobre os espécimens da coleção de referência e, eventualmente, a dados da literatura, é indiscutivelmente a forma mais prática e eficiente de determinar amostras desconhecidas.

Por outro lado, a utilização de tais programas não pode ser considerada como substituto ao manuseio da coleção de referência. O programa auxilia na identificação das espécies que mais se aparentam a um determinado exemplar desconhecido. No entanto, a comparação direta entre este e amostras atuais é indispensável, assim como a consulta a publicações especializadas, que podem confirmar, ou não, a validade dos caracteres retidos.

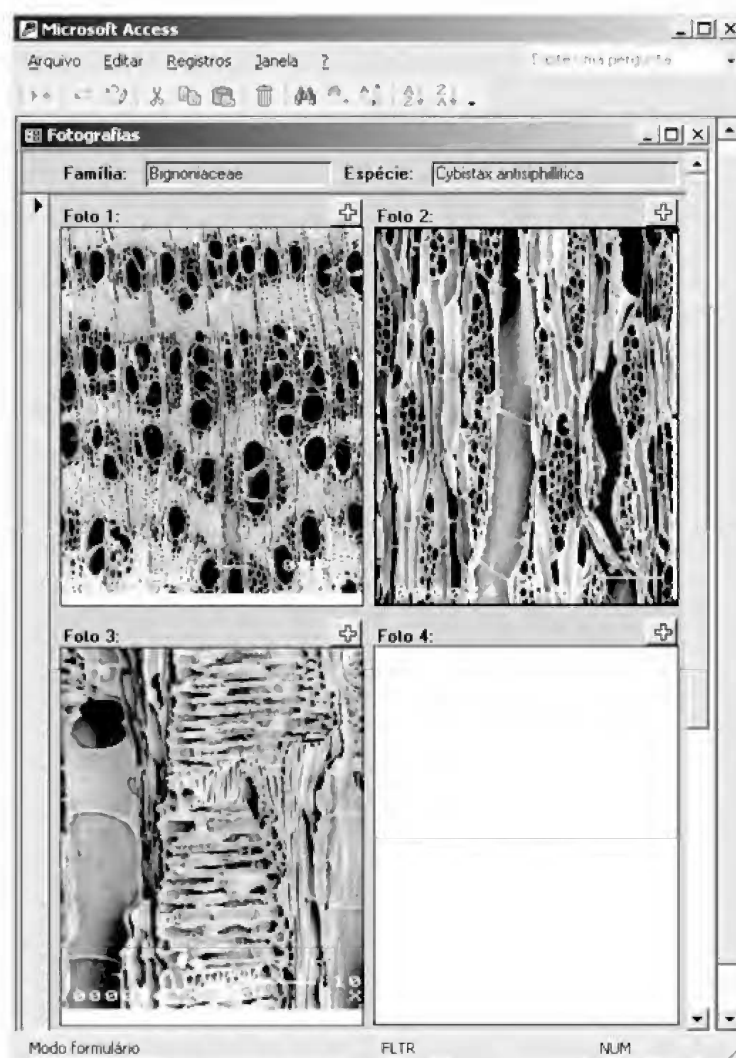


Fig.6- Imagens associadas à ficha de *Cybistax antisiphilitica* (Bignoniaceae) no programa "Atlas Brasil".

A

Ficha de Cadastro

Pólen | Agrupamento | Forma | Aberturas (1) | Aberturas (2) | Estrutura | Ornamentação (1) | Ornamentação(2)

Grupo taxonômico:
 (1) Algas
 (2) Angiospermas dicotiledôneas
 (3) Angiospermas monocotiledôneas
 (4) Briófitas e Pteridófitas
 (5) Elementos animais
 (6) Fungi
 (7) Gimnospermas
 (8) Incertae sedis

Sequencial:
 Família:
 Código:

Especie:
 Procedência:
 Dados Ecológicos:
 Repartição Geográfica:
 Referências Bibliográficas:

Novo Registro

B

Ficha de Cadastro

Pólen | Agrupamento | Forma | Aberturas (1) | Aberturas (2) | Estrutura | Ornamentação (1) | Ornamentação(2)

ABERTURAS

Número: 0 1 2 3 4 5 6 >6

Posição: Polar proximal Zonotremado Loxotremado Goniotremado Pleurotremado
 Polar distal Pticotremado Pantotremado Anomotremado Latitremado

Caráter: Monolete Dilete Trilete Fissurado
 Porado Colpado Poro-colpado Heterocolpado

Colporado: Monoporado Diploporado Multiporado Tricotomocolpado Demicolpado

Colpo: Nítido Comprido Curto Estreito Largo
 Impreciso Espiralado Geniculado Ortotremado Clinotremado
 Indistinto Sincolpado Parassincolpado Sinclincolpado

Poro: Nítido Impreciso Indistinto Circular Ovalado Fusiforme Retangular Papilioniforme
 Irregular Lalongado Lolongado Sinclinorado Sinorado

- Família:
 Espécie:

Fig.7- Programa de determinação palinológica: (A) tela inicial do modo Cadastro; (B) tela do formulário de cadastro de grãos de pólen de angiospermas dicotiledôneas.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, A.; MEUNIER, J.D.; MARIOTTI, A. & SOUBIES, F., 1999. Late Holocene phytolith and carbon-isotope record from a latosol at Salitre, south-central Brazil. **Quaternary Research**, **51**: 187-194.
- BRAZIER, J.D. & FRANKLIN, G.L., 1961. Identification of hardwoods. A microscope key. **Forest Products Research Bulletin**, **46**: 1-96.
- CRONQUIST, A., 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press. 1262p.
- DÉTIENNE, P. & JACQUET, P., 1983. **Atlas d'identification des bois de l'Amazonie et des régions voisines**. Nogent-sur-Marne/Montpellier: Centre Technique Forestier Tropical. 640p.
- ERDTMAN, G., 1952. **Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms**. Stockholm: Almqvist & Wiksell. 539p.
- GOETTE, S.; WILLIAMS, M.; JOHANNESSEN, S. & HASTORF, C.A., 1994. Towards reconstructing ancient maize: experiments in processing and charring. **Journal of Ethnobiology**, **14**:1-21.
- HATHER, J.G., 1991. The identification of charred archaeological remains of vegetative parenchymous tissue. **Journal of Archaeological Science**, **18**:661-675.
- IAWA COMMITTEE, 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. In: WHEELER, E.A.; BAAS, P. & GASSON, P.E. (Eds.) **IAWA Bulletin**, n.s., **10**(3):219-332.
- IBGE, 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE. 92p.
- LANGFORD, M.; TAYLOR, G.E. & FLENLEY, J.R., 1990. Computerized identification of pollen grains by texture analysis. **Review of Palaeobotany and Palynology**, **64**:197-203.
- PEARSALL, D.M., 1978. Phytolith analysis of archaeological soils: evidence for maize cultivation in Formative Ecuador. **Science**, **199**:177-178.
- PEARSALL, D.M., 2000. **Paleoethnobotany: A handbook of procedures**. 2nd edition. San Diego: Academic Press. 700p.
- PIPERNO, D.R., 1988. **Phytolith analysis: An archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press. 280p.
- RENFREW, J.M., 1973. **Palaeoethnobotany: The prehistoric food plants of the Near East and Europe**. New York: Columbia University Press. 248p.
- RICHTER, H.G. & TROCKENBRODT, M., 1996. Computer-aided wood identification with DELTA / INTKEY – a demonstration. **IAWA Journal**, **17**(3):262.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L., 1973. **Contribuição à palinologia dos cerrados**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 291p.
- SCHEEL, R.; GASPAR, M.D. & YBERT, J.P., 1996. Antracologia, uma nova fonte de informações para a arqueologia brasileira. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, **6**:3-9.
- SCHEEL-YBERT, R., 2004a. Teoria e métodos em antracologia. 1. Considerações teóricas e perspectivas. **Arquivos do Museu Nacional**, **62**(1):3-14.
- SCHEEL-YBERT, R., 2004b. Teoria e métodos em antracologia. 2. Técnicas de campo e de laboratório. **Arquivos do Museu Nacional**, **62**(4):343-356.
- SCHEEL-YBERT, R., 2005. Teoria e métodos em antracologia. 3. Validade amostral. **Arquivos do Museu Nacional**, **63**(2):207-232.
- STRAKA, H., 1991. Computer aided identification of pollen and spores. **Grana**, **30**:605.
- SUC, J.P.; BUCCIANI, G.; BRÉMOND B. & FORTIN, P., 2006. **PHOTOPAL**. Disponível em: <<http://webpeps.univ-lyon1.fr/basededonnees.asp>>. Acesso em: 21 mar. 2006.
- SYLVESTRE, L.S. & ROSA, M.M.T., 2002. **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica: Editora Universidade Rural. 121p.
- WHEELER, E.A. & BAAS, P., 1998. Wood identification. A review. **IAWA Journal**, **19**(3):241-264.
- WHEELER, E.A.; PEARSON, R.G.; LAPASHA, A.C.A.; HATLEY, W. & ZACK, T., 1986. Computer-aided wood identification. **The North Carolina Agricultural Research Service Bulletin**, **474**:1-107 + supplement.